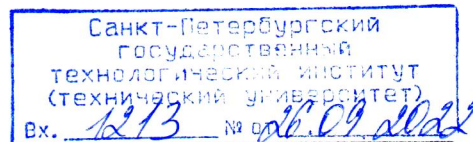


Отзыв



официального оппонента, доктора химических наук

Баньковской Инны Борисовны на диссертацию Маркова Михаила Александровича «Функциональные керамические покрытия, полученные с применением метода микродугового оксидирования», представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Актуальность избранной темы диссертации

Технологические подходы изготовления износостойких и коррозионностойких керамических материалов основаны на формовании керамических порошков, преимущественно методом прессования, с дальнейшим высокотемпературным спеканием. Геометрическая форма спеченной монолитной керамики в таком случае ограничивается размерами пресс-формы. Для изготовления сложнопрофильных изделий требуется трудоемкая механическая обработка керамики из спеченной заготовки с использованием дорогостоящего алмазного инструмента. Поэтому в изделиях машиностроения экономически и технологически выгоднее использовать легко обрабатываемые металлические материалы с защитными керамическими покрытиями, учитывая тот факт, что процессы износа и коррозии проходят на поверхности контакта изделия.

На сегодняшний день наиболее распространенным методом получения защитных керамических покрытий является плазменное или микроплазменное напыление керамики на подготовленную холодную металлическую подложку.

Однако процессы трения сопровождаются существенным нагревом поверхности изделия, что может привести к растрескиванию керамического покрытия, вследствие существенной разницы КЛТР между керамикой и металлом.

Диссертант Марков М.А. разработал технологию функционально-градиентных керамических покрытий заданного фазового состава на изделиях из металлов и сплавов с применением метода микродугового оксидирования (МДО).

Для осуществления оксидирования предлагается использовать металлический слой, армированный керамическими нано- или микрочастицами. Отмечается, что модифицирование этого слоя керамикой позволяет регулировать и изменять химический и фазовый состав разрабатываемых покрытий в широком диапазоне значений.

Применение комплексных и оригинальных технологических подходов к решению задачи делают диссертационную работу весьма **актуальной**, прежде всего с **практической** точки зрения.

В работе представлен раздел с использованием теоретического аппарата для расчета возможных химических взаимодействий анода (алюминиевой детали) с раствором электролита. Также приводится методика определения и задания толщины синтезируемого керамического покрытия. Полученные результаты составляют **теоретическую значимость**, что отражено в автореферате.

Положительные результаты диагностических испытаний разработанных керамических покрытий позволяют говорить о перспективности их использования в конкретных изделиях машиностроения, в частности, для восстановления и упрочнения металлических изделий сельскохозяйственной техники.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Автором научно обоснованы параметры технологии МДО на алюминиевых сплавах в водных силикатно-щелочных и боратных электролитах, с применением термодинамического аппарата. Оптимизация продемонстрирована на примере сравнения с конкурентным решением.

Разработаны функционально-градиентные металлокерамические прекурсорные слои для осуществления МДО, с применением технологии низкотемпературного гетерофазного переноса порошковых материалов в сверхзвуковом газовом потоке, с использованием системы параллельно и последовательно работающих дозаторов.

Комплексом методов «холодного» газодинамического напыления композиционных порошков, микродугового оксидирования и термической обработки разработаны функционально-градиентные покрытия на поверхности металлов и сплавов, обладающие высокой стойкостью к коррозионному разрушению в условиях повышенных температур, за счет формирования упрочняющих интерметаллидных прекурсорных слоев.

Предложены оригинальные решения по синтезу функционально-градиентных керамических покрытий, эффективно работающих в морской воде и в жидкометаллических средах.

Предложены новые решения по заполнению пор в МДО-покрытиях функциональными веществами, в частности никелем (твердой смазкой) и каталитическими компонентами.

Впервые с использованием метода МДО получены керамические слои «оксид алюминия – карбид кремния», что открывает новые возможности для создания композиционных керамических покрытий заданного состава на металлах, с использованием прекурсоров.

При решении задач диссертационного исследования автором разработаны новые методы оценки износа покрытий, успешно применяемые в научных учреждениях России.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется применением современных высокоточных методов исследований и проведением диагностических испытаний. В рамках выполнения работы диссертантом был использован следующий комплекс методов анализа структурных и физико-химических характеристик материалов и покрытий:

- определение адгезионной прочности покрытий штифтовым методом (Instron 1000);
- определение микротвердости покрытий по методу Виккерса в соответствии ГОСТ 9450-76;
- определение шероховатости поверхности за счет применения портативного профилометра (TR-200);
- определение открытой пористости поверхности на оптическом микроскопе по сертифицированной программе «AxioVisionRel.4.8»;
- определение морфологии и элементного состава покрытий методами сканирующей электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа (комплекс TescanVega);
- определение дисперсности порошков методом лазерного дифракционного анализа (MalvernMastersizer 2000);
- определение фазового состава материалов рентгеноструктурным анализом (Bruker D8 Advance);
- определение толщины покрытий неразрушающим способом за счет использования многофункционального прибора «Константа К5», а также разрушающим способом за счет изготовления шлифов;

– проведение испытаний на коррозию (в «соляном тумане», щелочной среде, жидком свинце, морской воде) и износ (схема «диск – палец») за счет использования стандартизированных методик с применением стендового оборудования;

– определение коэффициента трения материалов по схеме «ролик-диск» с регистрацией момента трения.

Публикационная активность Маркова М.А. в период выполнения работы находилась на высоком уровне, что определяется следующими изданными научными трудами:

- 42 публикации в рецензируемых ВАК научно-технических журналах;
- 9 патентов РФ;
- 10 публикаций в сборниках тезисов конференций.

Теоретическая и практическая значимость выводов и рекомендаций диссертации заключается в создании автором обширной научно-технологической базы по способам управления структурными и физико-химическими характеристиками керамических функционально-градиентных покрытий, которые проявляют высокую эффективность при использовании: в жидкометаллической среде, в слабо концентрированной соляной среде, в тропической среде, в антифрикционных материалах, в каталитических материалах, в парах трения.

Практическую значимость составляют научно-технические результаты автора, отраженные в девяти патентах РФ, а также в актах:

- по коррозионным испытаниям покрытий;
- по внедрению результатов исследований в деятельность научных и промышленных предприятий РФ.

Все изложенное позволяет рекомендовать результаты работы М.А. Маркова для внедрения на предприятиях ремонтного фонда РФ, преимущественно для восстановления и упрочнения изделий сельскохозяйственной техники.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Установлена возможность осуществления синтеза керамических покрытий «оксид алюминия – карбид кремния» на основе метода микродугового оксидирования

композиционной металлической поверхности, однако не показаны основные эксплуатационные преимущества разработанных покрытий, в частности, в коррозионных средах.

2. Не продемонстрированы результаты исследований и не показаны основные преимущества (или недостатки) микродугового оксидирования алюминиевых сплавов в боратном электролите, с применением импульсного тока.

3. Каковы перспективы проведения дальнейших исследований и делались ли попытки практического применения полученных продуктов.

4. Какие из полученных в ходе исследования результатов являются наиболее перспективными с точки зрения коммерциализации и внедрения в производство?

5. Какие экспериментальные методики разработаны автором?

6. В тексте диссертации и автореферата присутствуют незначительные опечатки и технические ошибки. Так многократно повторяющееся написание слова «также» раздельно там, где следует его писать слитно.

В автореферате отсутствует таблица 21.

Заключение

Структурно работа, изложенная на 299 страницах, представлена в виде введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 300 источников (включая все работы автора по теме диссертации, иллюстраций и приложений).

Содержание и структура автореферата в целом соответствует содержанию диссертации. Результаты подкреплены научными публикациями. Тексты диссертации и автореферата хорошо оформлены графически и изложены ясным и четким языком.

Следует отметить, что выявленные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы М.А. Маркова, как несомненно важного, достаточно объемного, трудоемкого исследования, выполненного на современном научном уровне. Представленные комплексные технологии синтеза керамических функционально-градиентных покрытий с управляемой структурой могут быть рекомендованы для практического внедрения для защиты металлических изделий машиностроения от коррозии и износа.

Диссертация выполнена автором самостоятельно, о чем свидетельствуют 42 статьи (в журналах, рекомендованных ВАК), 9 патентов и 10 выступлений на конференциях.

Диссертация Маркова М.А является завершённой научно-квалификационной работой на актуальную тему, содержит новизну, практическую ценность и по совокупности полученных результатов является научным достижением в области технологии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, соответствует требованиям, изложенным в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор, Марков Михаил Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент

ведущий научный сотрудник

ФГБУН Ордена Трудового Красного Знамени

«Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН»

доктор химических наук по специальности 02.00.04

 Баньковская Инна Борисовна

Почтовый адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2.

Тел. моб.: 8(921)184-76-74.

E-mail: inbankov@isc1.nw.ru

Подпись Баньковской И. Б.
удостоверяю





О.В. Круткова

с отзывом отрицательного отношения

 М.А. Марков

10.10.2022 г.